



## 3. Dlaczego maszyna budowlana jest taka silna?

*Piotr Mendelowski*

### 3.1 Wstęp

Zadaniem maszyny budowlanej jest wykonywanie robót ziemnych, niezbędnych podczas różnych prac budowlanych. Dlatego jednym z podstawowych parametrów, jakie musi spełniać taka maszyna, jest możliwość uzyskania przez nią bardzo dużej siły. Ze względu na charakter pracy maszyny budowlanej, duże siły mogą występować zarówno w układzie napędowym, tzn. układzie odpowiedzialnym za przemieszczanie się maszyny, jak i w układzie roboczym, który bezpośrednio urabia grunt. Maszyny budowlane zaliczamy do maszyn wolnobieżnych – uzyskiwane przez nie prędkości są niewielkie w porównaniu np. do prędkości uzyskiwanych przez pojazdy, które powszechnie spotykamy na drogach. Ze względu na rodzaj wykonywanej pracy możemy wyróżnić kilka rodzajów maszyn budowlanych: ładowarki jednonaczyniowe, sypczarki, koparki, koparkoładowniki itp. Maszyny budowlane mogą posiadać podwozie kołowe bądź podwozie gąsienicowe. Bez względu na rodzaj maszyny oraz odmianę zastosowanego podwozia wszystkie one charakteryzują się możliwością uzyskania dużych sił oraz pracą z niewielkimi prędkościami jazdy.

## 3.2 Układ napędowy

W maszynach budowlanych wyróżniamy następujące rodzaje podwozi - kołowe i gąsienicowe. Rodzaj zastosowanego podwozia jest uzależniony od charakteru wykonywanej pracy przez daną maszynę budowlaną oraz od podłoża, po którym się ona przemieszcza. Przykładową maszyną budowlaną na podwoziu kołowym przedstawiono na rysunku 3.1, natomiast maszynę na podwoziu gąsienicowym na rysunku 3.2.



Rysunek 3.1: Ładowarka jednoznaczyniowa – podwozie kołowe



Rysunek 3.2: Spycharka – podwozie gąsienicowe

Maszyny budowlane posiadające podwozie kołowe charakteryzują się większą mobilnością, nie powodują uszkodzenia nawierzchni, po której się poruszają, dzięki czemu istnieje możliwość przemieszczania się takich maszyn samoczynnie, nierzadko również po drogach publicznych, co czyni je urządzeniami uniwersalnymi. Podwozia kołowe charakteryzują się stosunkowo dużymi naciskami jednostkowymi na podłoże, co ogranicza możliwość zastosowania takich maszyn budowlanych na terenach podmokłych czy bagiennych.

Podwozia gąsienicowe stosowane są w maszynach budowlanych, od których wymagane jest uzyskanie małych nacisków jednostkowych na podłoże, co z kolei jest możliwe do uzyskania dzięki dużej powierzchni kontaktu gąsienicy z podłożem. Gąsienice w odmianie stalowej, oprócz małych nacisków jednostkowych, charakteryzują się dużo lepszą przyczepnością do podłoża w porównaniu do pojazdów na podwoziach kołowych. Dzięki temu mogą uzyskiwać dużą siłę uciążu oraz poruszać się w terenie górzystym. Ze względu na kształt płyty gąsienicowej stalowej (rys. 3.3), podczas przemieszczania się takiej maszyny następuje zagłębianie się w podłoże ostrogi płyty gąsienicowej. Taki charakter współpracy z nawierzchnią uniemożliwia przemieszczanie się maszyn na podwoziu gąsienicowym po drogach publicznych. Z tego względu najczęściej wymaga to przewożenia ich dodatkowym środkiem transportu.

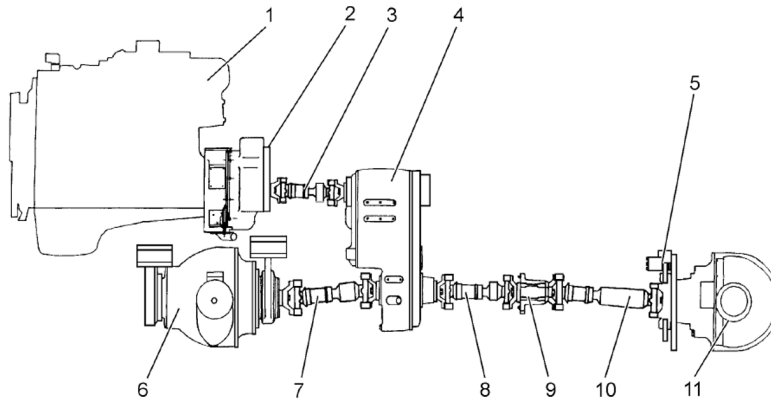


Rysunek 3.3: Pas gąsienicowy

## 42 Rozdział 3. Dlaczego maszyna budowlana jest taka silna?

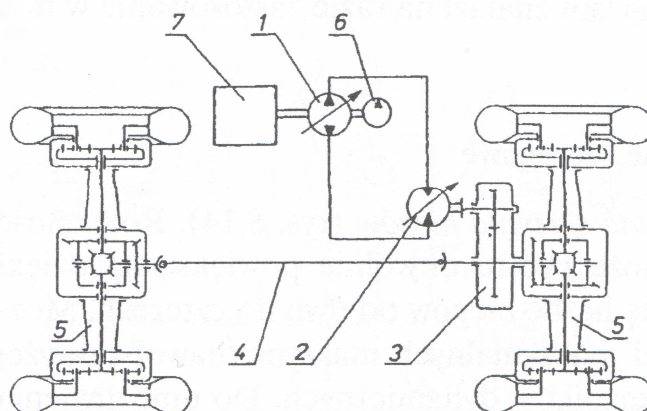
W celu uzyskania wymaganej, specyficznymi dla maszyny budowlanej warunkami pracy, siły uciągu stosowane są specjalne rodzaje układów napędowych. W maszynach budowlanych występują najczęściej następujące rodzaje układów napędowych: **hydrokinetyczny układ napędowy** oraz **hydrostatyczny układ napędowy**.

Przykłady takich układów napędowych przedstawiono na rysunkach 3.4 i 3.5.



Rysunek 3.4: Hydrokinetyczny układ napędowy: 1 – silnik, 2 – przekładnia hydrokinetyczna, 3, 7, 8, 10 – wały napędowe, 4 – skrzynia biegów, 5 – hamulec postojowy, 6 – most napędowy tylny, 9 – podpora wałów, 11 – most napędowy przedni

Zarówno układ hydrokinetyczny, jak i układ hydrostatyczny umożliwia, poprzez zastosowanie charakterystycznych dla tych układów przekładni hydraulicznych, zwiększenie przekazywanego momentu obrotowego, co skutkuje zwiększeniem siły napędowej maszyny budowlanej. W celu poprawy komfortu pracy operatora zarówno przekładniowa hydrokinetyczna, występująca w hydrokinetycznym układzie napędowym, jak i przekładniowa hydrostatyczna, zabudowana w hydrostatycznym układzie napędowym, umożliwiają samoczynną i bezstopniową zmianę przekazywanego momentu obrotowego. Charakterystyczne dla tych przekładni jest to, że wzrost momentu obrotowego, a tym samym siły uciągu maszyny, odbywa się równocześnie ze wzrostem oporów ruchu maszyny. Czyli, jeżeli wzrosną opory ruchu maszyny, np. w spycharce z tytułu wzrostu oporów urabiania gruntu, przekładnia hydrostatyczna lub przekładnia hydrokinetyczna (w zależności od zastosowanego rodzaju układu napędowego) samoczynnie wygeneruje większy moment obrotowy, umożliwiając pokonanie tych zwiększonych oporów ruchu.

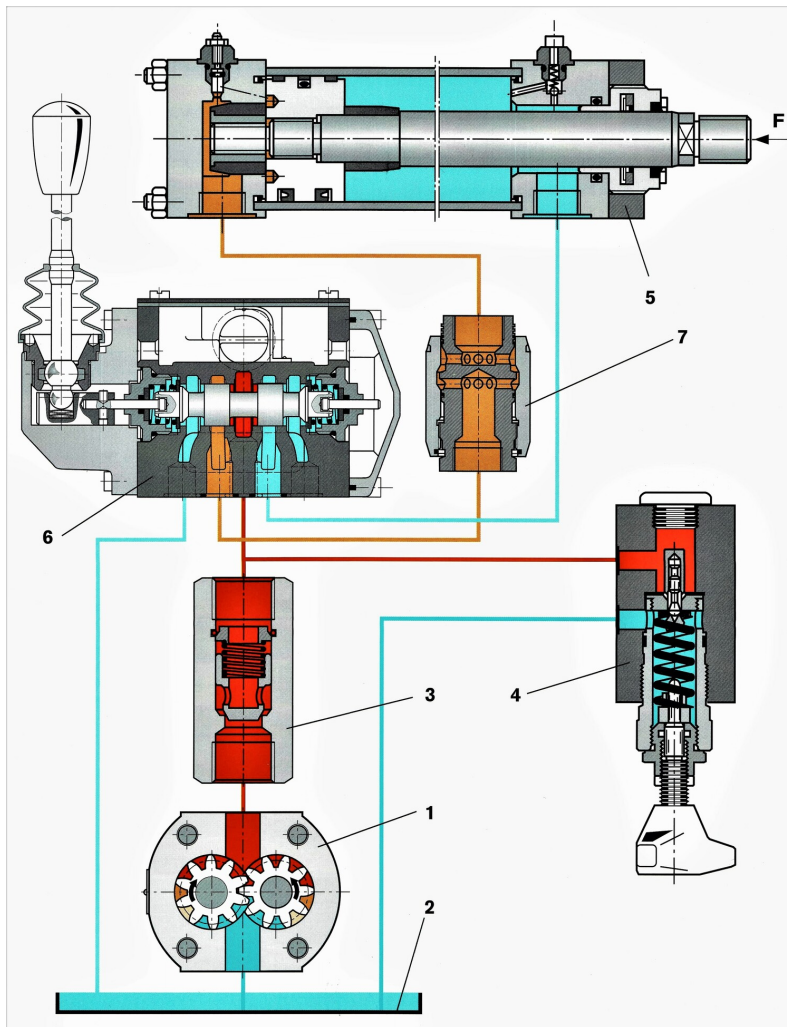


Rysunek 3.5: Hydrostatyczny układ napędowy: 1 – pompa zmiennej wydajności, 2 – silnik zmiennej chłonności, 3 – przekładnia zębata redukcyjna, 4 – wał napędowy, 5 – most napędowy, 6 – pompa układu roboczego, 7 – silnik spalinowy

### 3.3 Układ roboczy

Ze względu na dużą różnorodność prac wykonywanych przez maszyny budowlane, nie można powiedzieć o jednym rodzaju układu roboczego. Każdy typ maszyny budowlanej posiada układ roboczy, specyficzny do prac, które wykonuje. Przykładowo, zupełnie inaczej wygląda układ roboczy ładowarki jednonaczyniowej w porównaniu np. do spycharki czy równiarki. Wszystkie one mają jednak wspólną cechę – muszą mieć możliwość wytworzenia dużej siły na narzędziu roboczym, zabudowanym w takim układzie roboczym. Pamiętajmy, że maszyna budowlana jest urządzeniem przeznaczonym do wykonywania różnych prac związanych z urabianiem gruntu, tak więc siła niezbędna do wykonania tej pracy jest jednym z kluczowych parametrów charakteryzujących maszynę budowlaną.

Bez względu na rodzaj maszyny budowlanej, wspólną cechą wszystkich układów roboczych w nich występujących jest napęd hydrauliczny, wykorzystywany do przemieszczania narzędzia roboczego maszyny roboczej. Dzięki zastosowaniu napędu hydraulicznego uzyskiwane są bardzo duże (wysokich wartości) siły. Zespołami odpowiedzialnymi za zasilenie układu w olej hydrauliczny oraz wytworzenie odpowiedniej wartości ciśnienia są pompy hydrauliczne. Elementami wykonawczymi, tzn. realizującymi ruch roboczy, są cylindry hydrauliczne i silniki hydrauliczne.



Rysunek 3.6: Prosty układ hydrauliczny: 1 – pompa hydrauliczna, 2 – zbiornik hydrauliczny, 3 – zawór zwrotny, 4 – zawór ograniczający ciśnienie, 5 – cylinder hydrauliczny, 6 – rozdzielacz hydrauliczny, 7 – zawór dławiący nastawialny

Przykład prostego układu hydraulicznego przedstawiono na rysunku 3.6. Układy hydrauliczne umożliwiają w prosty sposób uzyskanie dużych wartości siły lub momentu obrotowego na zespole wykonawczym. Wartość siły, jaką może wytworzyć cylinder hydrauliczny (5) na rysunku 3.6 jest zależna od powierzchni tłoka w tym cylindrze oraz wartości ciśnienia oleju przesterowującego ten cylinder. Wskazuje to na bardzo

prosty sposób uzyskania żądanej wartości siły. Chcąc uzyskać podobną wartość siły na drodze doboru tylko zespołów mechanicznych (bez elementów hydraulicznych), powodowałyby to bardzo duży stopień skomplikowania konstrukcji lub w wielu przypadkach uniemożliwiłoby zbudowanie takiego zespołu.

Duża popularność hydraulicznych układów roboczych, stosowanych w maszynach budowlanych, wynika z następujących zalet tych układów:

- możliwość przenoszenia dużych sił/momentów obrotowych, przy stosunkowo małej objętości roboczej;
- praca pod pełnym obciążeniem, począwszy od stanu bezruchu (od prędkości zerowej);
- łatwy do zrealizowania, bezstopniowy sposób sterowania układem hydraulicznym;
- proste zabezpieczenie przed przeciążeniem, wynikającym z nadmiernej wartości ciśnienia w układzie hydraulicznym;
- możliwość pracy elementów wykonawczych układu roboczego z szybkimi, a także ekstremalnie powolnymi, realizowanymi w sposób kontrolowalny ruchami;
- proste kompaktowe układy napędowe;
- łatwy sposób transportu energii (nawet w trudno dostępne miejsca) za pomocą cieczy hydraulicznej, przepływającej przewodami hydraulicznymi sztywnymi lub elastycznymi.

Przykładowe rozwiązania hydraulicznych układów roboczych stosowane w ładowarce jednonaczyniowej, spycharce oraz koparce przedstawiono na rysunkach 3.7, 3.8 oraz 3.9.



Rysunek 3.7: Układ roboczy ładowarki jednonaczyniowej



Rysunek 3.8: Układ roboczy spycharki



Rysunek 3.9: Układ roboczy koparki

### **3.4 Prace wykonywane przez maszyny budowlane**

Jak wspomniano wcześniej, maszyny budowlane mogą wykonywać bardzo różne prace, co wymusza produkowanie specjalnych maszyn, mających na celu sprostanie tym specjalistycznym wyzwaniom. Nie trudno sobie wyobrazić, że nie jest możliwe wykonanie, za pomocą jednego typu maszyny, pracy polegającej np. na spychaniu gruntu, załadunku urobku na ciężarówkę czy wykonywaniu głębokich wykopów. Poniżej przedstawione zostaną zdjęcia przykładowych rodzajów maszyn



budowlanych na których będą widoczne prace przez nie wykonywane.

Ładowarka jednoznaczyniowa służy głównie do wykonywania prac związanych z załadunkiem urobku (rys. 3.10).



Rysunek 3.10: Ładowarka jednoznaczyniowa

Spycharka jest wykorzystywana do spychania i równania terenu (rys. 3.11).



Rysunek 3.11: Spycharka

## 48 Rozdział 3. Dlaczego maszyna budowlana jest taka silna?

Koparka wykonuje wykopy oraz służy do załadunku urobku na środki transportu (rys. 3.12).



Rysunek 3.12: Koparka

Koparkoładowarka, ze względu na posiadanie dwóch rodzajów osprzętów roboczych – ładowarkowego i koparkowego, zalicza się do maszyn uniwersalnych, powszechnie stosowanych do wykonywania drobnych prac budowlanych (rys. 3.13).



Rysunek 3.13: Koparkoładowarka

Równiarka jest maszyną budowlaną, wykorzystywaną szczególnie przy dokładnym wyrównywaniu terenu oraz wykonywaniu skarp (rys. 3.14).



Rysunek 3.14: Równiarka

### 3.5 Podsumowanie

Specyficzna grupa maszyn, jakimi są maszyny budowlane, zaliczana jest do urządzeń charakteryzujących się właściwościami odmiennymi, w porównaniu do pojazdów powszechnie poruszających się po drogach. Ze względu na pracę, którą wykonują, najczęściej cechują się dużymi wartościami siły, występującymi w układzie napędowym i roboczym. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu układów hydraulicznych, umożliwiającym spełnienie wysokich wymagań technicznych i eksploatacyjnych stawianych maszynom budowlanym.

